云 南 植 物 研 究 7(1)：117—120，1985
Acta Botanica Yunnanica

满江红鱼腥藻休眠和萌发孢子的吸收光谱和荧光光谱特性*

孙 谷 畴

（中国科学院华南植物研究所）

SOME CHARSACTERISTICS OF ABSORPTION AND FLUORESCENCE SPECTRA OF DOMANT AND GERMINATING AKINETES FROM ANABAENA AZOLLAE

Sun Guchou

(*South China Institute of Botany, Academia Sinica*)

关键词 满江红鱼腥藻；吸收光谱和荧光光谱
Key Words *Anabaena azollae*; Absorption and fluorescence spectrum

满江红是我国南方稻田的绿肥。满江红鱼腥藻（*Anabaena azollae*）是居留在满江红小叶腔内的蓝绿藻。当满江红死亡时，蓝绿藻几乎同步地形成孢子并进入休眠。从满江红分离和在自生条件下继代培养的满江红鱼腥藻能在含铵态氮介质中形成孢子，在有利的光照和温度下孢子迅速萌发和生长。比较休眠孢子和萌发孢子的光合系统的色素及其光谱特性将有助于阐明孢子萌明发时光合系统的形成及其对环境的适应性。

材 料 和 方 法

满江红鱼腥藻得自中国科学院植物研究所。鱼腥藻生长在无氮的水生105培养液[1] 7天，藻丝移入含铵态氮的介质并置于暗处，藻丝上形成孢子。收集具有孢子的藻丝，以0.3％毛地黄皂甙溶解营养细胞，并用蒸馏水洗涤2至3次，然后在Phywe冷冻离心机3000×g离心10分钟收集孢子，可以获得95％纯度的孢子。孢子贮在低温暗处以保持

本文于1982年11月29日收到。

*承白克智同志热情的帮助；张国铮、王淑芝同志协助光谱测定，特此致谢。

其休眠状态。取部分孢子置于白光下（10,000尔格/平方厘米·秒，26±2°C）萌发，萌发率达85—90%。以萌发孢子具有2—4个营养细胞时作萌发阶段。休眠和萌发孢子悬于上述无氮培养液，以日立356型双波长双光束分光光度计测定休眠和萌发孢子悬浮液的液氮低温吸收光谱。以MPF—4型荧光分光光度计测定液氮低温荧光光谱。孢子悬浮液在测定前加入5%甘油。

结 果 和 讨 论

1.满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的吸收光谱比较

满江红鱼腥藻的营养细胞、休眠孢子和萌发孢子都表现吸收光谱红区678 nm和蓝区435 nm 的叶绿素a吸收峰，620 nm 藻蓝素吸收峰和β-胡萝卜素的470 nm 吸收峰。见图1，叶绿素a和藻蓝素的吸收比值都近于1。

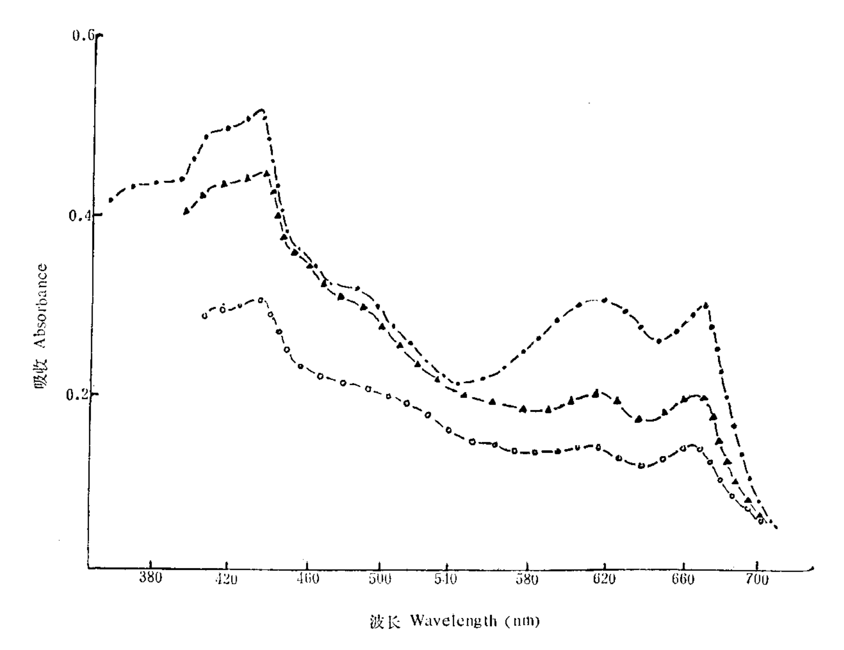


图1. 满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的液氮低温吸收光谱

Fig. 1. Absorption spectra of domant akinetes and germinating akinetes of *Anabaena azollae* at 77°k

•——• 营养细胞（vegetative cell）；▲——▲萌发孢子（germinting akinetes）；∘——• 休眠孢子（domant akinetes）。

2、满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的液氮低温荧光光谱比较

图2表明，以主要为叶绿素a吸收的434 nm 光激发满江红鱼腥藻的营养细胞，出现光系统Ⅱ的685 nm 和694 nm 荧光发射峰及光系统Ⅰ的735 nm 荧光发射峰。光系统Ⅱ的685 nm 和694 nm 荧光发射强度与光系统Ⅰ的735 nm 荧光发射强度的比值分别为0.39和0.42。以同样波长光激发休眠孢子，表现相同的荧光发射峰，但相应的比值分别为0.24和0.25，显著地较营养细胞为低。当以434 nm 光激发萌发的孢子，相应比值分别为0.34和0.38，较休眠孢子为高。表明休眠孢子的叶绿素a所吸收光的激发能分配至光

系统Ⅱ的比例较营养细胞低，随着孢子萌发，这一比例增加。

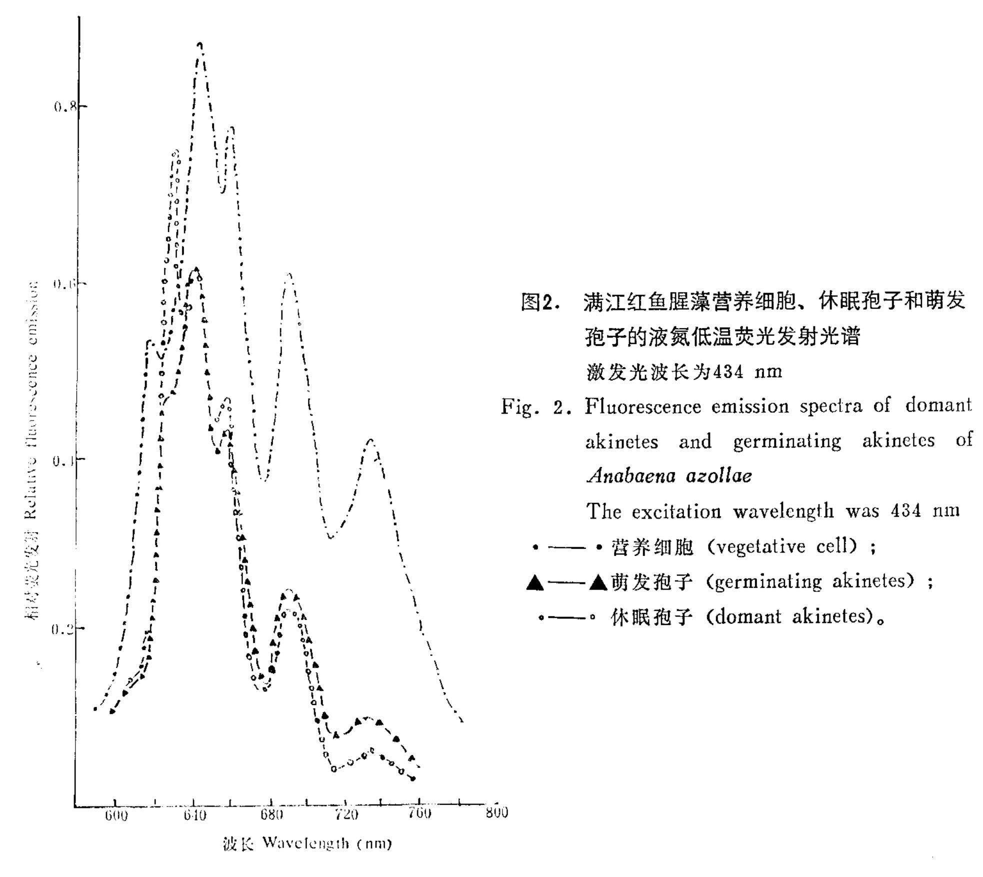


图2. 满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的液氮低温荧光发射光谱

激发光波长为434 nm

Fig. 2. Fluorescence emission spectra of domant akinetes and germinating akinetes of *Anabaena azollae*

The excitation wavelength was 434 nm

•——• 营养细胞 (vegetative cell)；

▲——▲萌发孢子 (germinating akinetes)；

◦——◦ 休眠孢子 (domant akinetes)。

当以主要为藻蓝素吸收的545 nm 光激发营养细胞（图 3），可见藻蓝素的620 nm和642 nm 的荧光发射峰，别藻蓝素的662 nm 荧光发射，以及光系统Ⅱ的685 nm 和光系统Ⅰ的732 nm 荧光发射峰。光系统Ⅱ的685 nm 和光系统Ⅰ的732 nm 荧光发射强度与藻蓝素的642 nm 荧光发射强度的比值为0.57和0.36。以相同波长激发休眠孢子，也表现出前述各种荧光发射峰，相应比值分别为0.37和0.11；萌发孢子的相应比值为0.4和0.16。结果表明孢子萌发时藻蓝素所吸收光的激发能传递给两个光系统的效率增高。营养细胞则有最高的激发能传递效率。

图 4 表明，满江红鱼腥藻营养细胞的荧光激发光谱表现藻蓝素的 620 nm，别藻蓝素的650 nm 和叶绿素 a 的678 nm 和714 nm 荧光激发峰，叶绿素 a 678 nm 和714 nm 所吸收光激发荧光的强度与藻蓝素620 nm 所吸收光激发荧光的强度的比值为1.04 和 0.52。休眠孢子的相应比值为1.59和0.97。萌发孢子相应的比值为1.39和0.83。表明休眠孢子的光系统Ⅰ发射荧光的激发能来自叶绿素 a 的比例较大，随着孢子萌发增高了藻蓝素至光系统Ⅰ的激发能传递效率。

满江红鱼腥藻孢子存在叶绿素 a 和藻蓝素，虽然与营养细胞相比，可能多数处于隔离状态，但能把它们所吸收光的激发能传递给两个光系统，这是它能在适合光照和温度条件下迅速萌发，适应变化着环境的一种方式。

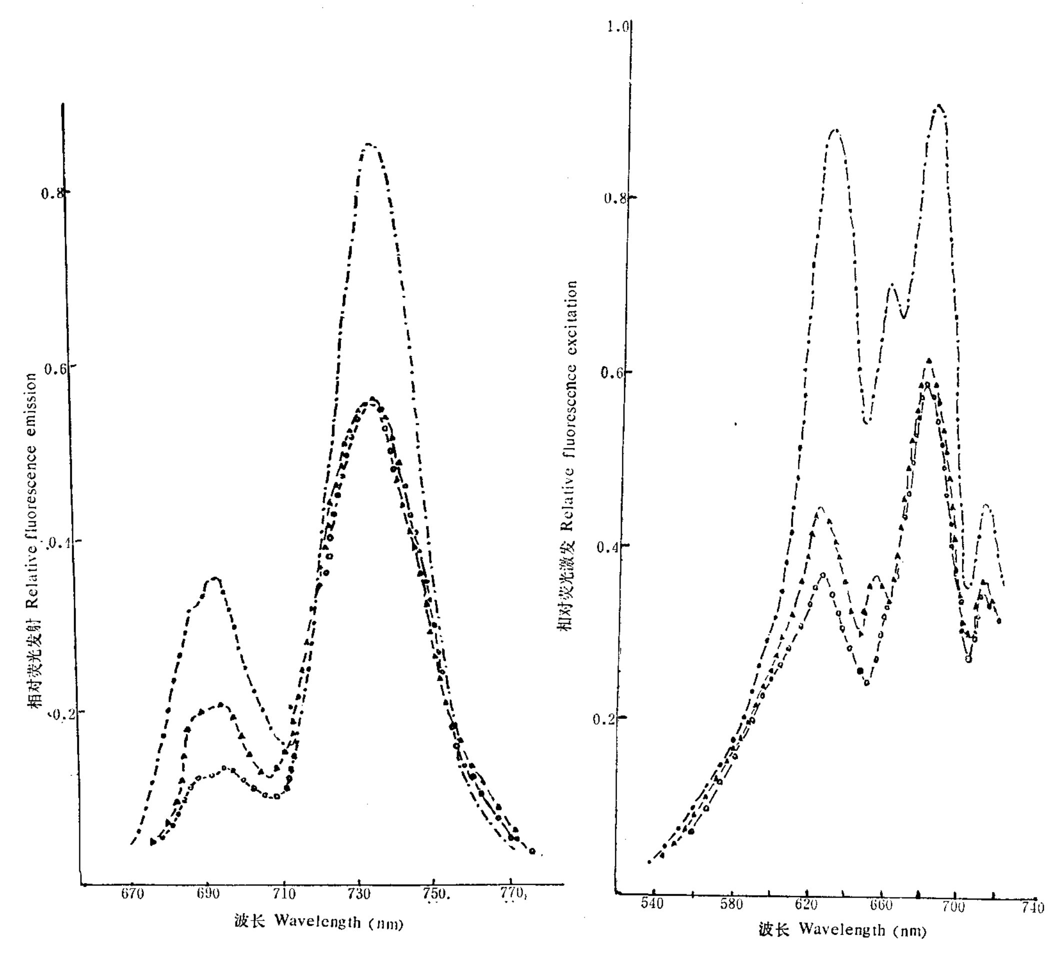


图3. 满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的液氮低温荧光发射光谱
激发光波长为545 nm。

Fig. 3. Fluorescence emission spectra of domant akinetes and germinating akinetes of *Anabaena azollae*
The excitation wavelength was 545 nm.
•——• 营养细胞 (vegetative cell)；▲——▲萌发孢子(germinating akinetes)； ∘——∘ 休眠孢子 (domant akinetes)。

图4. 满江红鱼腥藻营养细胞、休眠孢子和萌发孢子的液氮低温荧光激发光谱
发射光波长为732 nm。

Fig. 4. Fluorescence excitation spectre of domant akinetes and germinating akinetes of *Anabaena azollae*
The emission wavelength was 732 nm.
•——• 营养细胞 (vegetative cell)；
▲——▲萌发孢子 (germinating akinetes)；
∘——∘ 休眠孢子 (domant akinetes)。

参 考 文 献

〔1〕 吴国良、钟泽璞、白克智、王发珠、崔澂，1982：光质对满江红鱼腥藻生长和发育的影响。植物学报，24:46—53。